



УДК 574.5

ЕСТЕСТВЕННЫЕ УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ И ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РЕКИ ВОРОНЫ

М.Е. Буковский
Н.Н. Коломейцева

*Тамбовский государственный
университет
им. Г.Р. Державина,
Россия, 392000, г. Тамбов,
ул. Интернациональная, д. 33
E-mail: mikezzz@mail.ru*

В статье обсуждаются данные, собранные авторами в экспедиции по изучению естественных условий протекания реки Вороны в её среднем течении в пределах и в непосредственной близости от заповедника «Воронинский». Проводится оценка органолептических показателей качества воды и изменения величин расхода воды на исследуемом участке, определение сапробности и состояния донного грунта реки, приводятся списки обнаруженных на исследованном участке таксонов донных беспозвоночных.

Ключевые слова: вода, качество воды, сапробность, донные беспозвоночные, заповедник, гидрометрические характеристики реки.

Введение

Основными целями деятельности заповедника, согласно закону «Об особо охраняемых природных территориях», являются сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений, генетического фонда растительного и животного мира, отдельных видов и сообществ растений и животных, типичных и уникальных экологических систем [1].

В летний полевой сезон 2010 года нами проведена экспедиция с целью определения естественных условий протекания и таксономического разнообразия донных беспозвоночных реки Вороны.

В задачи экспедиции входило: вычисление расходов воды и оценка органолептических показателей качества воды реки Вороны; изучение состояния донного грунта реки на исследуемых створах; определение сапробности реки Вороны; определение таксономического состава донных беспозвоночных реки Вороны на исследуемом участке.

Среди ценностей, которые сохраняются на территориях ООПТ, называют биоразнообразие, ландшафты, ненарушенную биоту, редкие виды растений и животных, генетические ресурсы, гидроресурсы и др. Поскольку общей ценностью дикой природы можно считать ее способность порождать и поддерживать жизнь во всех ее проявлениях, главной ценностью ООПТ можно считать системы самоподдержания биосферы, природные «мощности», регулирующие состояние окружающей среды [2].

В сложившейся ситуации представляется чрезвычайно важной, как для незамедлительных практических действий, так и для планирования на длительную перспективу организация контроля состояния природной среды, ее непрерывных изменений и определение тенденций в изменениях. Контроль необходим как за естественными изменениями состояния окружающей природной среды, так и за изменениями, вызванными антропогенными воздействиями, накладывающимися на естественные изменения, а иногда и усиливаемыми ими.

Наиболее сложной задачей представляется изучение экологических изменений на фоновом уровне [2]. Программа фоновой экологической мониторинга на базе заповедников [3] включает, в том числе, и наблюдения за изменением функциональных и структурных характеристик нетронутых («эталонных») природных экосистем и их антропогенных модификаций [4].

Наиболее адекватно состояние водной экосистемы можно оценить по составу сообществ водных организмов [5]. Подавляющее большинство стран использует бентос как основу для биоиндикации [6]. Гидробионты являются чувствительным индикатором загрязнения природной среды различными ксенобиотиками, вплоть до трудноопределяемых наноструктурных поллютантов [7].

При комплексном изучении экологического состояния водного объекта важно, чтобы гидрологический и гидробиологический анализы проводились в комплексе. Очевидно, что экосистема более крупного водотока обладает большей буферной емкостью и способна переработать больший объем различных загрязнителей, сохраняя при этом свою структуру неизменной. Проведение гидрометрических работ при использовании биоиндикационных методов необходимо для того, чтобы соотнести относительные показатели, полученные с помощью биоиндикационных методов с данными по другим участкам.



Материалы и методы исследования

В основу исследований положены литературные описания среднего течения реки Вороны, картографические материалы, а также материалы собственных исследований.

Река Ворона относится к бассейну Дона. Длина реки 454 км, площадь бассейна 13200 км². Начинается в Пензенской области, на протяжении 216 км протекает по восточной и юго-восточной частям Тамбовской области, затем уходит на территорию Воронежской области и впадает в р. Хопер.

Долина реки в среднем течении трапецеидальная, шириной до 6–8 км, осложнена террасами. Пойма двухсторонняя. Берега реки крутые, поросшие кустарником, местами обнажены. Ворона почти на всем протяжении течет сквозь леса. Русло умеренно извилистое, шириной 30–50 м, местами до 70 м. Глубины сильно колеблются – от 0.5 м до 15 м в омутах. Средняя скорость течения около 0.2 м/с, а на перекатах возрастает до 0.5 м/с. Среднегодовой сток воды на протяжении участка среднего течения возрастает от 20.7 до 33.5 км³/год [8].

Средний расход воды за период минимального стока (межень) в верхней части среднего течения реки составляет 7.17 м³/с, в особо маловодные годы может снижаться до 2.13 м³/с. В нижней части среднего течения средний расход воды увеличивается до 9.80 м³/с, может уменьшаться до 5.1 м³/с в маловодные годы [9].

Исследования проводились на участке среднего течения реки Вороны, расположенном в Инжавинском районе Тамбовской области. Протяженность указанного участка составила 18.5 км, из них 13.6 км по территории Государственного природного заповедника «Воронинский» и 4.9 км ниже по течению от границ заповедника. Исследования проводились на семи створах в ходе экспедиции в августе 2010 г. группой исследователей в составе Н.Н. Коломейцевой, М.Е. Буковского, С.В. Жидкова, А.В. Маланькиной, К.А. Потребникова и И.С. Решетова.

Створы 1, 2, 3, 4 и 5 находились на территории заповедника «Воронинский». Створы 6 и 7 лежат ниже по течению реки от границ заповедника. Расположение исследованных створов представлено на рис. 1.

При проведении гидрометрического обследования реки Вороны мы использовали стандартные методики из практикума К.В. Пашканга [10]. Температуру воды определяли водным термометром. Определение прозрачности воды производили с помощью диска Секки, цвет и запах воды – органолептическим методом.

Состояние донных отложений реки оценивали с помощью методов аппликации на рентгеновской пленке и автографии на фотобумаге, предложенных Л.Ф. Тарариной [11]. Полоски фотобумаги и рентгеновской пленки помещали в пробы донного грунта на 72 часа. Чем темнее стала окраска фотобумаги, тем более восстановленная среда в донном грунте. Чем больше разрушенных участков эмульсии на рентгеновских пленках, тем выше активность протеолитических ферментов в донном грунте и больше его способность к самоочищению от белкового загрязнения. Для подсчета площади разрушенного желатинового слоя мы с помощью фотоувеличителя проецировали места его разрушения с рентгеновской пленки на миллиметровую бумагу, на которой отмечали прозрачные участки, затем проводили подсчет площади разрушенных участков относительно общей площади рентгеновской пленки.

Пробы донного грунта отбирали с помощью лопаты: на каждом створе по три пробы донного грунта для определения степени восстановленности среды донных отложений и три для определения активности протеолитических ферментов в донных отложениях: с левого берега, с правого берега и интегральную.

Для определения сапробности реки Вороны мы использовали индекс сапробности Пантле-Букка, модифицированный М.В. Чертопрудом [12]. Индекс сапробности рассчитывали по формуле:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times J_i}{\sum_{i=1}^N J_i}, \quad (1)$$

где S – индекс сапробности, s_i – сапробность каждого найденного в пробе индикаторного организма (от 0 до 4); J_i – его индикаторный вес (от 1 до 4).

Для оценки биоразнообразия мы использовали индекс обилия и выравненности видовой структуры сообщества по Шеннону [13].

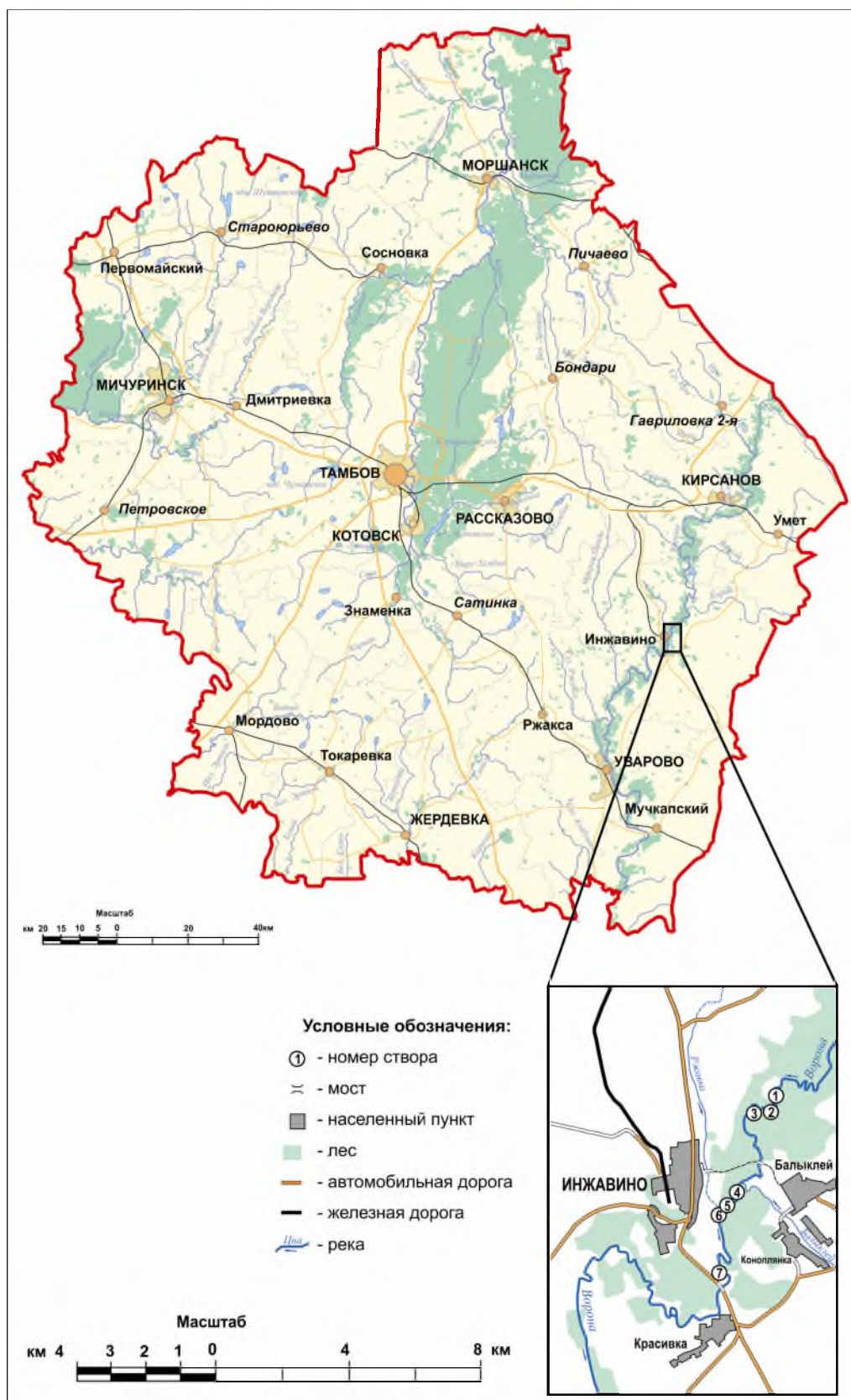


Рис. 1. Расположение исследуемых створов.

Отлов водных беспозвоночных из донного грунта проводился нами с помощью стандартной драги. На каждом створе изъятие беспозвоночных проводилось из 0.15 м³ донного грунта. Отлов водных беспозвоночных на зарослях макрофитов и в толще воды мы осуществ-



ляли с помощью сачка. Объем процеженной через сачок воды на каждом створе составлял 0.7 м³. В пределах биотопа мы отбирали организмы с максимального количества мест обитания (берега различной крутизны, перекапы, различные типы субстрата, заросли макрофитов).

Результаты исследований и их обсуждение

Расстояние между первым и вторым створом составило 1.6 км, между вторым и третьим – 2.1 км. На протяжении этого участка не наблюдалось значительных притоков реки. Следовательно, на этих створах расход воды можно считать одинаковым. Подробное гидрометрическое обследование проводилось на третьем створе. Расход воды составил 2.45 м³/с.

Створы 3 и 4 находятся на расстоянии 9 км. Между этими створами расположен левый приток Вороны река Балыклей. Между створом 4 и 5 расстояние 0.8 км, между пятым и шестым – 0.5 км. Значительных притоков реки на этом участке не наблюдалось. В связи с этим расход воды на этих створах можно считать близкими. Подробное гидрометрическое обследование проводилось на шестом створе. Расход воды составил 2.97 м³/с.

Седьмой створ расположен на расстоянии 4.5 км от шестого, однако, т. к. между этими створами не наблюдалось каких-либо значительных притоков, то значение расхода воды можно считать близким к расходу воды на предыдущем створе.

На всех створах максимальная глубина реки составляла более 2 м, вода была прозрачная на всю глубину, бесцветная. Температура воды 19-го августа на створах 1–3 составила 22°C, в последующие дни на створах 4–6 она снизилась до 20°C.

Гидрометрические и органолептические характеристики реки Вороны на исследованных створах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Гидрометрические характеристики реки Вороны на исследованных створах

№ створа	Ширина, м	Поверхностная скорость течения, м/с	Запах	pH
1	23	0.13	слабый землистый	7.1
2	19	0.10	слабый землистый	7
3	26	0.16	очень слабый землистый	7.2
4	61	0.04	очень слабый землистый	7.2
5	45	0.03	очень слабый землистый	7.1
6	45	0.03	слабый землистый	7
7	21	0.24	слабый землистый	7.3

Из представленной таблицы видно, что наибольшая ширина реки наблюдается на четвертом створе – 61 м. Поверхностная скорость течения наибольшая на седьмом створе – 0.24 м/с. На первом, втором и третьем створах показатели ширины реки и поверхностной скорости течения сопоставимы: 23 м, 19 м, 26 м и 0.13 м/с, 0.1 м/с, 0.16 м/с соответственно. На пятом и шестом створах ширина реки и поверхностная скорость течения практически одинаковые и составляют 45 м и 0.03 м/с. На седьмом створе ширина реки сопоставима с первыми тремя створами – 21 м, однако поверхностная скорость течения приблизительно в два раза выше – 0.24 м/с. По органолептическим свойствам и показателю pH вода реки Вороны на всех исследованных створах отличается незначительно.

На первом створе цвет автографий относительно светлый, окраска равномерная. Это говорит о достаточном количестве кислорода в донном грунте и сбалансированности окислительно-восстановительных процессов. На втором створе цвет автографий относительно светлый, окраска неравномерная с вкраплениями и пятнами более темного окрашивания. Исходя из этого, можно говорить о присутствии кислорода в донном грунте в достаточном количестве. На третьем створе цвет автографий относительно светлый, окраска с присутствием областей более темного окрашивания. Все это свидетельствует о протекании реакций в донном грунте преимущественно по окислительному типу. На четвертом створе цвет автографий относительно светлый, окраска неравномерная. Все это свидетельствует о несбалансированности процессов окисления и восстановления в донном грунте. На пятом створе цвет автографий темный, окраска равномерная. Это говорит о том, что в донном грунте процессы восстановления преобладают над процессами окисления. На шестом створе цвет автографий темный, окраска с присутствием более темных пятен. Это говорит о малом количестве кислорода в донном грунте и о низкой способности донного грунта к самоочищению. На седьмом створе цвет автографий относительно темный, окраска неравномерная. Это говорит о недостаточном количестве кислорода в донном грунте и преобладании восстановительных процессов.



По результатам изучения устойчивости донного грунта реки Вороны к поступающим загрязнениям можно судить о том, что на первых четырех створах донный грунт обладает большей устойчивостью по сравнению со створами 5, 6 и 7.

Средние значения доли разрушенных участков на рентгеновских пленках, отобранных на каждом створе, представлены на рисунке 2.

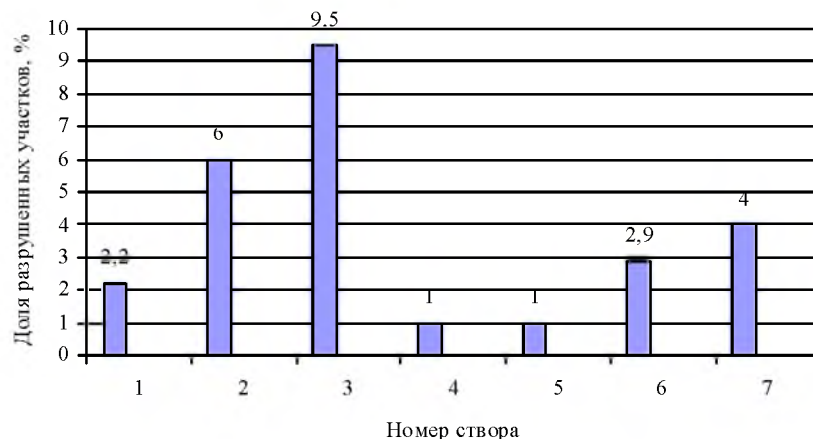


Рис. 2. Доля разрушенных участков на рентгеновских пленках, отобранных на семи исследованных створах

По результатам изучения способности донного грунта самоочищаться от белкового загрязнения можно выявить следующую закономерность: на территории заповедника способность донного грунта к самоочищению увеличивается от первого к третьему створу. На четвертом и пятом створах способность к самоочищению падает, по сравнению с третьим створом. От пятого к седьмому створу способность к самоочищению постепенно возрастает.

Значения индекса сапробности, полученные в ходе исследований, представлены на рисунке 3.

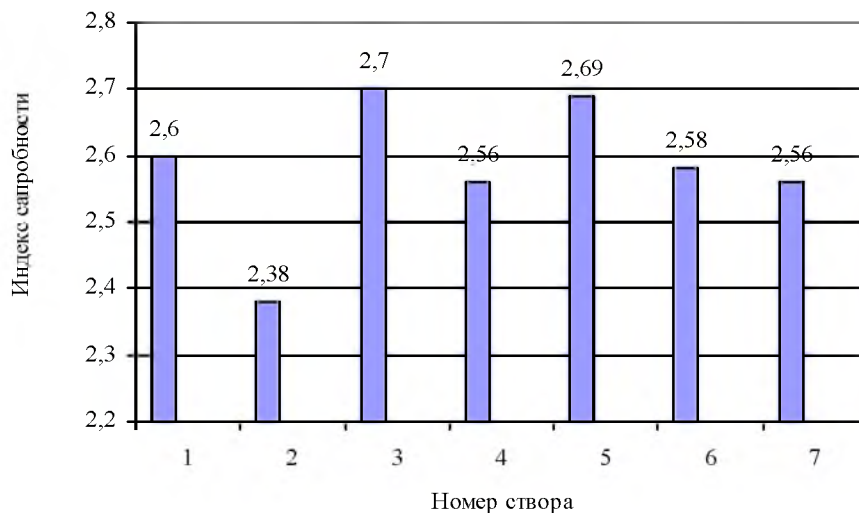


Рис. 3. Значение индекса сапробности для исследуемых створов

На представленной диаграмме видно, что на исследуемом участке реки Вороны значение индекса сапробности изменяется от 2,38 до 2,7. Наименьшее значение индекса сапробности наблюдалось на втором створе – 2,4. Наибольшее значение на третьем и пятом створах – 2,7. На первом, четвертом, шестом и седьмом створах значения индекса сапробности приблизительно равны 2,6.

Мы можем сделать вывод том, что качество воды в реке Вороне на всех исследованных створах не претерпевает значительных изменений.

Количество обнаруженных индикаторных таксонов на каждом изученном створе представлено на рисунке 4.

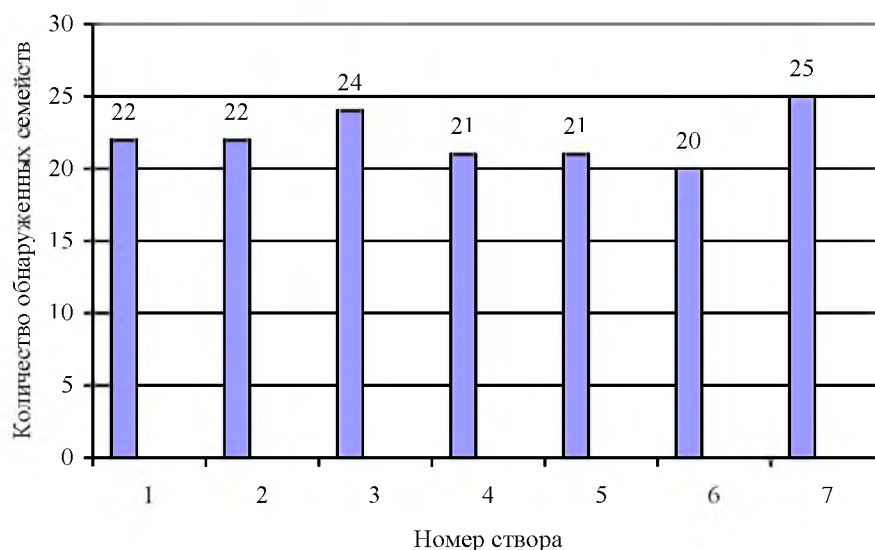


Рис. 4.
Количество
найденных
семейств по
створам

Наименьшее количество представителей различных семейств было обнаружено на шестом створе – 20, несколько больше на пятом и шестом – 21. Наибольшее количество представителей различных семейств было обнаружено на седьмом створе – 25, несколько меньше на третьем – 24. Изменчивость таксономического состава между створами находится в пределах 40%.

В сумме на всех исследованных створах были обнаружены представители 38 семейств гидробионтов. Количественное соотношение представителей семейств представлено в таблице 2.

Таблица 2

Соотношение численности найденных таксонов (в процентах)

№	Семейство	Номер створа						
		1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Aeschnidae	0.7	0.4	0.3	1.0	1.8		1.5
2	Aphelocheiridae		0.8					0.4
3	Baetidae		2.8	3.6	3.6	14.0	2.1	12.6
4	Bithyniidae	17.5	11.9	3.3	22.8	15.8	4.9	24.2
5	Bulinidae		0.4					
6	Calopterygidae	5.0	2.8	0.9				
7	Chrysomelidae	0.4						
8	Corixidae					0.4	0.4	
9	Culicidae	0.7	0.8				0.3	1.9
10	Dytiscidae	1.4	0.8	0.3		2.9	0.4	0.4
11	Elmidae				1.0		1.1	
12	Glossiphoniidae			0.3		0.4		0.4
13	Gomphidae	4.3	7.1	3.9	12.2	3.6	4.2	10.3
14	Haliplidae			0.9		1.1	0.4	0.8
15	Heptageniidae		5.6					
16	Hydrophilidae		0.4		1.5			
17	Lestidae			0.6	1.0	0.4	1.8	0.4
18	Libellulidae	0.4			1.0	2.5	1.4	
19	Lithoglyphidae	13.9	4.8	14.5	3.0	3.9	2.1	17.5
20	Lymnaeidae	1.8	0.4	0.9	3.0	3.9	1.8	4.0
21	Mesoveliidae	3.6						
22	Muscidae							0.4
23	Naididae			3.3	2.5			
24	Naucoridae			0.3	0.5			
25	Nepidae			0.9				0.4
26	Neritidae	1.8						0.4
27	Physidae			0.3				



Окончание таблицы 2

28	Pisidiidae	7.1	9.5	8.5	1.0	19.0	16.0	3.7
29	Planorbidae	0.7	2.4	0.6	9.1	6.1	4.9	4.5
30	Plathynemidae		0.4	0.9	10.2	1.8	0.4	2.2
31	Potamanthidae	4.6	1.2					
32	Sialidae					0.7	0.4	0.7
33	Sphaeriidae	0.4	1.6	0.9	4.1	4.3	3.5	5.6
34	Stratiomyidae	0.4		0.6	0.5			
35	Tubificidae	1.4		1.5	1.0	1.8	0.4	0.4
36	Unionidae	30.7	43.7	49.7	17.3	9.7	49.3	5.2
37	Valvatidae	0.7						
38	Viviparidae	2.1	2.0	2.1	3.6	6.1	4.6	1.9

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На исследованном участке реки Вороны расход воды составляет в среднем 2.71 м/с³. Заметных изменений качества воды по основным органолептическим характеристикам не наблюдается.

2. Способность донного грунта к самоочищению увеличивается от первого к третьему створу. На четвертом и пятом створах способность к самоочищению падает, по сравнению с третьим створом. От пятого к седьмому створу способность к самоочищению постепенно возрастает.

3. Сапробность реки Вороны на исследованном участке в целом не изменяется. Воды реки находятся в пограничной зоне между α -мезосапробными и β -мезосапробными водами.

4. Таксономический состав водных беспозвоночных представлен 41 семейством. Изменчивость таксономического состава от створа к створу незначительна, т.е. таксономический состав на данном участке реки, в целом однороден.

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации от 14 марта 1995 г. №33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях».
2. Волков А.М. К концепции особо охраняемых природных территорий России // Заповедники и национальные парки. – 1999. – № 28 – 46 с.
3. Герасимов И.П., Израэль Ю.А., Соколов В.Е. Об организации биосферных заповедников (станций) в СССР. // Всесторонний анализ окружающей природной среды. Тр. II Советско-американского симпозиума. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – С. 29–34.
4. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 368 с.
5. Барина С.С. Биоразнообразие водорослей и оценка состояния водных экосистем // Современные проблемы альгологии, микологии и фитопатологии, Москва, МГУ, 21-23 апреля 1998 г. – МГУ, 1998. – С. 27–28.
6. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. – Минск: Орех, 2004. – 125 с.
7. Анализ острой токсичности полиэлектролитных микрокапсул, модифицированных наночастицами оксида цинка, и составляющих их компонентов на гидробионтах / Т.А. Колесникова, И.А. Федорова, А.А. Гусев, Д.А. Горин // Российские нанотехнологии. – 2011. – Т. 6, №3–4. – С. 87–96.
8. Дудник Н.И. Природные ресурсы и ландшафты Тамбовской области. Учебное пособие для студентов и учителей географии – Тамбов, 1980. – С. 38–41.
9. Буковский М.Е., Коломейцева Н.Н. Выбор региональных эталонных створов для сети экологического мониторинга рек // Рыбоводство и рыбное хозяйство. Ежемесячный научно-практический журнал. – 2011. – №5–6. – С. 15–20.
10. Папканг К.В. Практикум по общему землеведению – М.: Высшая школа, 1982. – 223 с.
11. Тарарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников – М.: Аргус, 1997. – 37 с.
12. Чертопруд М.В. Модификация метода Пантле-Букка для оценки загрязнения водотоков по качественным показателям макробентоса // Водн. ресурсы. – 2002. – Т. 29, №3. – С. 337–342.
13. География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева, Д.А. Криволуцкий, Ю.Г. Пузаченко и др. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра МГУ, 2002. – 432 с.



NATURAL CONDITIONS OF THE COURSE AND TAXONOMIC COMPOSITION OF BOTTOM-DWELLING INVERTEBRATES OF THE VORONA RIVER

M.E. Bukovskiy
N.N. Kolomeytseva

*G.R. Derzhavin Tambov
State University,
Internatsionalnaya St. 33,
Tambov, 392000, Russia
E-mail: mikezzz@mail.ru*

The data collected by the authors in an expedition to study the natural condition of the river Vorona streaming are discussed in the article. Studies were conducted at the area of its middle reaches within and in the immediate vicinity of the reserve "Voroninsky." The organoleptic characteristics of water quality and changes of water flow in the target area are estimated. Saprobity and bottom condition of the river are determined. The lists of taxons of benthic invertebrates found in the studied area are provided.

Key words: water quality, saprobity, benthic invertebrates, reserve, characteristics of the river gauging.